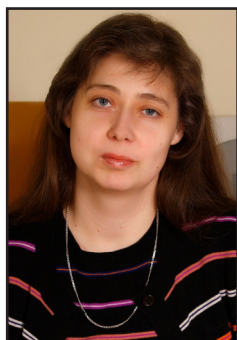


Анализ нарушений транспортных процессов и управление качеством перевозок



Вероника НУТОВИЧ

Veronica E. NUTOVICH

Нутович Вероника Евгеньевна — кандидат технических наук, заведующая научно-исследовательской лабораторией «Грузовая и коммерческая работа», заместитель заведующего кафедрой логистических транспортных систем и технологий Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.

Analysis of Contraventions to Transportation Processes and Transportation Quality Management

(текст статьи на англ. яз. —
English text of the article — p. 162)

В статье изложены основные положения методики анализа качества транспортных услуг в процессе грузовых железнодорожных перевозок. Методика предполагает проведение анализа полностью автоматизированным способом в Единой автоматизированной системе актово-претензионной работы (ЕАСАПР) СФТО во взаимодействии со смежными корпоративными системами по всем видам нарушений транспортных процессов, причём и в момент их выявления, и вне зависимости от последующего предъявления претензий и исков. Результатом становится выяснение меры влияния различных причин и действующих факторов на общую величину финансового риска холдинга при возможном появлении претензий со стороны клиентов. Методика направлена на повышение качества грузовых перевозок, развитие клиентоориентированности и улучшение имиджа ОАО «РЖД».

Ключевые слова: железная дорога, грузовые перевозки, управление качеством, анализ нарушений, методика, корпоративные системы.

В соответствии с ГОСТ Р 51005—96 «Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества» [1] под качеством транспортных услуг в грузовых перевозках подразумевается «совокупность характеристик... грузовых перевозок или транспортной экспедиции, определяющих их пригодность удовлетворять потребности... грузоотправителей и грузополучателей», а грузовые перевозки определяются как «транспортные услуги по перемещению материальных ценностей, связанные с их сохранностью и своевременностью доставки». То есть уже изначально данный стандарт устанавливает основные группы показателей качества, прописывая их в самом понятии грузовых перевозок.

Система управления качеством на европейских и американских железных дорогах основывается на использовании стандартов ISO серии 9000 и включает в себя четыре базовые составляющие: разработка стандарта, мониторинг, аудит и обеспечение качества [2]. Мониторинг осуществляется с помощью автоматизированных систем и направлен на своевременное выявление неисправностей и дефектов, формирование объективного представле-

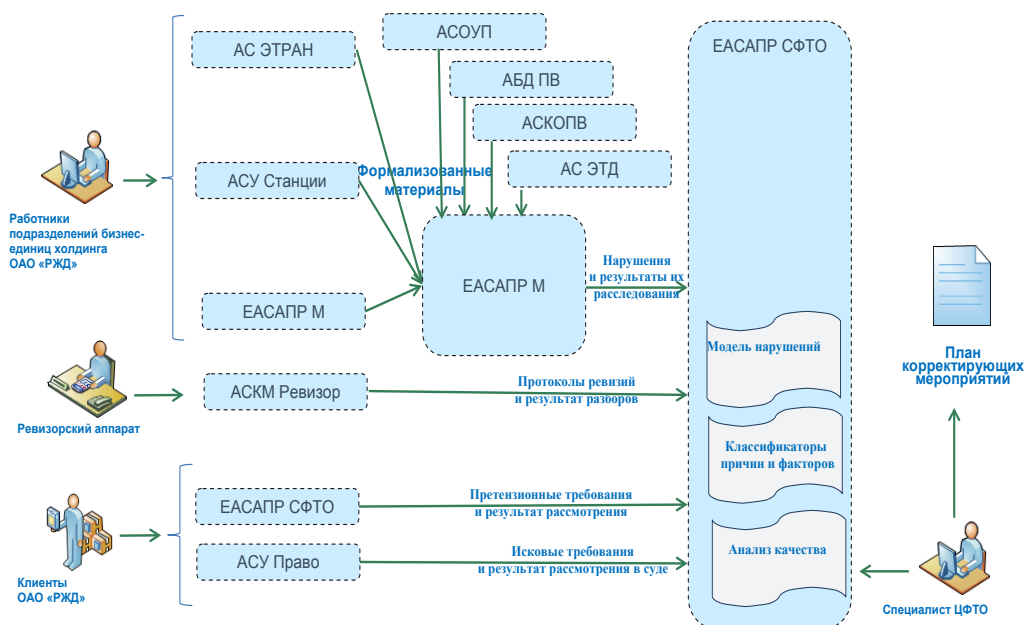


Рис. 1. Схема информационных потоков.

ния о качестве обслуживания своих клиентов.

На железных дорогах России также внедряется система менеджмента качества в соответствии с ГОСТ ISO 9000–2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» [3]. В ОАО «РЖД» разработаны и введены в действие политика и концепция клиентоориентированности холдинга в области грузовых перевозок [4, 5], стандарт обслуживания клиентов в центре фирменного транспортного обслуживания [6], стандарт по качеству ОАО «РЖД» [7], стратегия управления качеством в холдинге «Российские железные дороги» [8].

Создание эффективной системы мониторинга качества предполагает использование комплекса инструментов оценки и исследовательских методов. Среди них и разработанная автором и утверждённая распоряжением ОАО «РЖД» от 30.11.2017 г. № 2597/р методика анализа качества транспортных услуг при грузовых железнодорожных перевозках [9]. Методика предусматривает проведение анализа полностью автоматизированным способом в системе ЕАСАПР СФТО во взаимодействии со смежными корпоративными автоматизированными системами. Схема совмещённых информационных потоков приведена на рис. 1.

1. ПОНЯТИЙНЫЕ СМЫСЛЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Анализ качества транспортных услуг при грузовых перевозках — это инструмент управления рисками нарушений качества грузовых перевозок, направленный на выявление скрытых взаимосвязей между основными характеристиками грузовой перевозки и возникающими в ходе её выполнения нарушениями, приводящими к последующим выплатам в случае предъявления претензии или взыскания денежных средств по решению судебных органов.

В результате нарушений компания не только может понести убытки от выплат по претензиям и искам, но и потерять имидж надёжного партнёра, что в свою очередь может привести к оттоку клиентов и потерям объёмов перевозок. Претензионные заявления и судебные иски показывают степень удовлетворённости клиентов. Однако не по каждому нарушению и не каждый клиент будет выставять претензию и иск. Поэтому анализ должен проводиться по всем видам нарушений, причём сразу в момент их выявления.

Нарушения могут быть зафиксированы тремя способами — при составлении соответствующего первичного документа (как правило — акта общей формы или коммер-



ческого акта) в системе ЕАСАПР М, при оформлении результатов проведённых проверок и ревизий в системе АСКМ, при поступлении в ОАО «РЖД» претензионного требования со стороны клиента в системе ЕАСАПР СФТО. Описание систем ЕАСАПР М, АСКМ и ЕАСАПР СФТО содержит учебное пособие «Информационные технологии грузовой и коммерческой работы» [11].

Во всех случаях появления зафиксированных нарушений они автоматически сохраняются в модели нарушений системы ЕАСАПР СФТО. Для каждого из них рассчитывается величина финансового риска, устанавливаются причины, непосредственно приведшие к нарушению, и факторы, способствующие наступлению нарушений.

На основе накопленных моделью данных автоматически формируются статистические оперативный и периодический отчёты о положении дел с обеспечением качества по всей сети ОАО «РЖД», а также проводится анализ качества. Выделяются эксплораторный анализ и конфирматорный (подтверждающий) анализ.

Ключевым является понятие фактора. В методике рассматриваются две группы — факторы перевозки и факторы нарушений. Их воздействие на наступление нарушения в ходе грузовой перевозки носит вероятностный характер, оно означает не неизбежность наступления нарушения, а лишь вероятную его возможность. В зависимости от силы такого воздействия по результатам исследования можно выделить факторы низкой, умеренной и высокой степени влияния.

Факторы перевозки — условия или обстоятельства её осуществления, оказывающие влияние на наступление нарушения. Для каждого из них устанавливается группа потенциально возможных факторов.

Факторы нарушений — дополнительные обстоятельства, не предусмотренные договором перевозки, оказавшие влияние на наступление нарушения. Для каждого нарушения устанавливаются потенциально возможные причины.

Причина нарушения — событие или процесс, непосредственно обусловившие отклонение от нормального хода

процесса оказания услуг по грузовым перевозкам.

Статистический риск нарушения (R_{si}) — частота наступления в аналитическом периоде i -го вида нарушения.

Такого рода риск определяется по формуле:

$$R_{si} = \frac{n_i}{k_i}, \quad (1)$$

где i — вид нарушения; R_{si} — статистический риск i -го вида нарушения; n_i — количество i -го вида нарушений в аналитическом периоде.

Финансовый риск нарушения (rf_k) — ожидаемая величина возможного убытка ОАО «РЖД» от выплаты в случае наступления нарушения и предъявления претензии или судебного иска по возмещению ущерба. Определяется для каждого k -го нарушения.

Совокупный финансовый риск нарушения (Rf_i) — суммарный финансовый риск по всем нарушениям i -го вида за аналитический период.

Подобный риск определяется по формуле:

$$Rf_i = \sum_{k=1}^{n_i} rf_{ik}, \quad (2)$$

где Rf_i — совокупный финансовый риск i -го вида нарушений; n_i — количество i -го вида нарушений в аналитическом периоде; rf_{ik} — финансовый риск k -го нарушения i -го вида.

Совокупный финансовый риск по причине нарушения (Rfp_{il}) — суммарный финансовый риск по всем нарушениям i -го вида за аналитический период, наступившим по одной причине l .

Такого рода риск определяется по формуле:

$$Rfp_{il} = \sum_{k=1}^{m_{il}} rf_{ilk}, \quad (3)$$

где Rfp_{il} — совокупный финансовый риск по причине l по всем нарушениям i -го вида; m_{il} — количество нарушений i -го вида в аналитическом периоде, наступивших по причине l ; rf_{ilk} — финансовый риск k -го нарушения i -го вида, наступившего по причине l .

Совокупный финансовый риск по группам причин нарушений (Rfg_{iq}) — суммарный риск по всем нарушениям i -го вида, наступившим по одной группе при-

чин q . Группа причин — совокупность причин нарушений, имеющих одинаковое наименование, но относящихся к разным видам нарушений.

Этого рода риск определяется по формуле:

$$Rfg_{iq} = \sum_{k=1}^{m_{iq}} rf_{iqk}, \quad (4)$$

где Rfg_{iq} — совокупный финансовый риск по группе причин q по всем нарушениям i -го вида; m_{iq} — количество нарушений i -го вида в аналитическом периоде, наступивших по группе причин q ; rf_{iqk} — финансовый риск k -го нарушения i -го вида, наступившего по группе причин q .

Критерий анализа — интегральный показатель, отражающий состояние обеспечения качества грузовых перевозок.

В рамках методики в качестве критерия анализа принимается совокупный финансовый риск нарушения Rf_i . В том же качестве может выступать и статистический риск нарушения Rs_i .

2. ЭКСПЛОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ

Подобный анализ используется для интерпретации статистических данных о выявленных нарушениях в ходе грузовых перевозок и их последствиях. Он не предполагает никаких априорных суждений о факторах нарушений, его цель выявлять влияние причин и факторов нарушений, характер причастности к ним ответственных подразделений ОАО «РЖД».

Результат эксплораторного анализа оформляется в виде диаграмм причинно-следственных связей Исикавы, диаграмм Парето, карты рисков с указанием причин и факторов нарушений, а также ответственных подразделений, имеющих наибольшую степень влияния.

Расчёты проводятся по всем видам нарушений в совокупности и затем для каждого вида нарушений в отдельности.

Эксплораторный анализ строится по критерию совокупный финансовый риск нарушения Rf_i или по критерию статистический риск нарушения Rs_i .

Далее приводится вариант построения эксплораторного анализа по критерию совокупный финансовый риск Rf_i .

На первом этапе формируется первый раздел анализа по всем видам нарушений и причинам их возникновения.

Для каждого отдельного вида нарушений рассчитывается совокупный финансовый риск нарушения Rf_i по формуле (2).

Затем определяется общий финансовый риск по всем нарушениям как сумма всех совокупных финансовых рисков по всем видам нарушений, имевшим место в аналитическом периоде:

$$Rf = \sum_{i=1}^n Rf_i, \quad (5)$$

где Rf — общий финансовый риск по всем нарушениям; n — общее количество нарушений в аналитическом периоде; Rf_i — совокупный финансовый риск i -го вида нарушений.

Для каждой причины, вызвавшей наступление нарушений каждого вида, рассчитывается с помощью формулы (3) совокупный финансовый риск по причинам Rfp_{ii} .

Производится группировка причин, относящихся к разным видам нарушений, но имеющим одинаковое содержание.

Далее определяется совокупный финансовый риск по каждой группе причин Rfg_{iq} по формуле (4).

Строится диаграмма причинно-следственных связей Исикавы, отражающая влияние причин каждой группы на общий показатель качества — общий финансовый риск по всем нарушениям.

Для выявления статистически значимого набора группы причин, имеющих совокупное влияние на общий показатель качества на уровне не ниже 80 %, строится диаграмма Парето.

Формируется карта рисков, представляющая собой матрицу долей совокупных финансовых рисков K_{ii} по каждой причине i в совокупном финансовом риске каждого i -го вида нарушений; K_{ii} определяется по формуле:

$$K_{ii} = \frac{Rfp_{ii}}{Rf_i}, \quad (6)$$

где Rfp_{ii} — совокупный финансовый риск по причине i по всем нарушениям i -го вида; Rf_i — совокупный финансовый риск i -го вида нарушений.

Ячейки матрицы рисков закрашиваются цветом в зависимости от степени влияния причины на совокупный финансовый риск.

Все полученные значения подразделяются на три интервала:



- от 0 до 0,29 — низкая степень влияния;
- от 0,3 до 0,49 — умеренная степень влияния;
- от 0,5 до 1,0 — высокая степень влияния.

Аналогично формируются:

- второй раздел анализа по всем видам и факторам нарушений;
- третий раздел по всем видам нарушений и ответственным подразделениям;
- четвёртый раздел для каждого вида нарушения в отдельности с формированием таблиц по выявленным причинам, факторам нарушений и ответственным подразделениям, а также построением диаграмм Парето.

В пятом разделе формируется текстовая интерпретация полученных результатов эксплораторного факторного анализа, содержащая основные выводы.

Оценка полученных таблиц и диаграмм позволит разработать корректирующие и предупредительные управленческие решения, направленные на улучшение ситуации и качества работы. Данные мероприятия должны быть включены в шестой раздел анализа.

3. КОНФИРМАТОРНЫЙ АНАЛИЗ

Принципиальной особенностью конфирматорного (подтверждающего) анализа является необходимость предварительного определения гипотезы о влиянии конкретного набора факторов нарушений или факторов перевозки на результат.

Гипотеза конфирматорного анализа формируется специалистом ЦФТО и представляет собой набор условий двух различных типов:

- фиксированные условия — предназначены для ограничения объёма исследуемой выборки и задания априорной характеристики исследуемых технологических процессов;
- вариативные условия — это условия, влияние которых на общий критерий качества грузовых перевозок предполагается установить.

В виде условий могут выступать факторы перевозки, факторы нарушений, причины нарушений, виды нарушений, ответственные подразделения.

Один из возможных примеров элементов анализа.

Гипотеза: на нарушение срока доставки каменного угля в адрес дальневосточных портов существенное влияние оказывает период перевозки.

Фиксированные условия: перевозимый груз — уголь каменный; дорога назначения — Дальневосточная; станции назначения — Ванино, ..., вид нарушения — просрочка доставки груза.

Вариативное условие: период перевозки.

Статистический риск вариативного условия R_{sv_i} — частота наступления нарушений в аналитическом периоде, удовлетворяющим фиксированным условиям гипотезы для i -го значения вариативного условия.

Финансовый риск вариативного условия (R_{fv_i}) — суммарный финансовый риск по всем нарушениям за аналитический период, удовлетворяющим фиксированным условиям гипотезы для i -го значения вариативного условия.

Конфирматорный факторный анализ берёт на себя функцию проверки справедливости предложенной гипотезы.

Конфирматорный анализ строится по критерию финансовый риск вариативного условия R_{fv_i} или по критерию статистический риск вариативного условия R_{sv_i} .

Далее приводится вариант построения конфирматорного факторного анализа по критерию финансовый риск вариативного условия R_{fv_i} .

Формируется подмножество модели нарушений, удовлетворяющее набору фиксированных условий.

В приведённом ранее примере указанное подмножество включает в себя все перевозки каменного угля в направлении станций, обслуживающих припортовые станции Дальневосточной дороги, завершившиеся с нарушением установленного срока доставки.

Затем определяется общее количество технологических процессов, удовлетворяющее набору фиксированных условий.

В том же примере это общее количество перевозок каменного угля в направлении станций, обслуживающих припортовые станции Дальневосточной дороги, независимо от нарушения установленного срока доставки.

На следующем шаге рассчитывается финансовый риск каждого нарушения.

В рамках примера это предполагаемый размер пени за просрочку доставки груза по каждой перевозке с нарушением срока доставки.

После этого уточняется финансовый риск вариативного условия для каждого значения вариативного фактора.

В приведённом примере это сумма всех финансовых рисков по всем перевозкам, которые произошли в течение одного периода (месяца) и завершились с нарушением установленного срока доставки.

Для выявления статистически значимого набора значений вариативного фактора, имеющих совокупное влияние на финансовый риск на уровне не ниже 80 %, строится диаграмма Парето; в случае большого количества значений вариативного условия учитываются только первые 10 значений, обладающих наибольшим влиянием.

На основании полученных данных формируется карта рисков, представляющая собой матрицу долей влияния отдельных причин нарушений на финансовый риск, соответствующий каждому значению вариативного условия; в случае большого количества значений вариативного условия в карте рисков фиксируют лишь первые 10 значений с наибольшим влиянием.

В завершение формируется текстовая интерпретация полученных результатов конфирматорного анализа, содержащая основные выводы о наличии зависимости между значениями вариативного фактора (аналог в примере — месяц перевозки) и величиной ожидаемых убытков от уплаты пени за просрочку доставки грузов, то есть о справедливости предложенной гипотезы.

Результаты анализа также могут использоваться для построения плана предупреждающих мероприятий, направленных на снижение негативного влияния отдельных причин и факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом применения методики является установление степени влияния различных причин и действующих фак-

торов на общую величину финансового риска ОАО «РЖД», связанного с возможным предъявлением претензий со стороны клиентов. Итожат анализ табличные данные, диаграммы Исикавы и Парето, а также карты рисков (матрицы влияния отдельных причин на общий финансовый риск по каждому виду нарушений).

Методика позволит на основе объективной информации о выявленных нарушениях, действующих причинах и негативных факторах сформировать план предупреждающих мероприятий, направленных на снижение общего финансового риска, а значит, на повышение качества грузовых перевозок, развитие клиентоориентированности и улучшение имиджа ОАО «РЖД» на транспортном рынке.

ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ Р 51005—96. Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200006075>. Доступ 18.03.2018.

2. Система управления качеством на зарубежных железных дорогах, Евразия Вести, 2007 г. [Электронный ресурс]: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2007-05a15>. Доступ 18.03.2018.

3. ГОСТ ISO 9000—2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-9000-2011>. Доступ 18.03.2018.

4. Концепция клиентоориентированности холдинга «РЖД» в области грузовых перевозок. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 07.12.2016 г. № 2487р.

5. Политика клиентоориентированности холдинга «РЖД» в области грузовых перевозок. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 26.07.2016 г. № 1489р.

6. Стандарт обслуживания клиентов в Центре фирменного транспортного обслуживания. Утвержден распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2011 г. № 2873р.

7. Стандарт по качеству ОАО «РЖД». Введен в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 27.11.2008 г. № 2530р.

8. Стратегия управления качеством в холдинге «Российские железные дороги». Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 16.03.2016 г.

9. Методика факторного анализа качества грузовых перевозок с учётом результатов претензионной работы. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 30.11.2017 г. № 2597р.

10. Федеральный закон «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации», № 18-ФЗ, редакция от 18.07.2017 г.

11. Нутович В. Е. Информационные технологии грузовой и коммерческой работы: Учеб. пособие. — М.: МИИТ, 2012. — 67 с.

Координаты автора: **Нутович В. Е.** — NutovichVE@miit.ru.

Статья поступила в редакцию 18.03.2018, принята к публикации 27.03.2018.



ANALYSIS OF CONTRAVENTIONS TO TRANSPORTATION PROCESSES AND TRANSPORTATION QUALITY MANAGEMENT

Nutovich, Veronica E., Russian University of Transport, Moscow, Russia.

ABSTRACT

The article outlines the main provisions of the methodology for analyzing the quality of transport services provided in the process of freight rail transportation. The methodology assumes the analysis in a fully automated way in the EASAPR SFTO system in interaction with adjacent corporate systems for all types of violations of transportation processes, both at the time of their detection, and

regardless of the subsequent filing of claims. The result is a clarification of the effect of various factors and operating factors on the overall financial risks of JSC Russian Railways particularly in case of customers' claims. The methodology is aimed at improving the quality of freight transportation, development of client focused operations and improvement of the image of JSC Russian Railways.

Keywords: railway, cargo transportation, quality management, violation analysis, methodology, corporate systems.

Background. In accordance with GOST [Russian state standard] R51005–96 «Transport services. Freight transportation. Nomenclature of quality indicators» [1] the quality of transport services in freight transport means «a set of characteristics ... of freight transportation or a transport forwarding activity determining their suitability to meet the needs of ... consignors and consignees», and **freight transportation** is defined as «transportation services for movement of tangible property related with their safety and timeliness of delivery». That is, from the very beginning this standard establishes the main groups of quality indicators, prescribing them in the very concept of freight transportation.

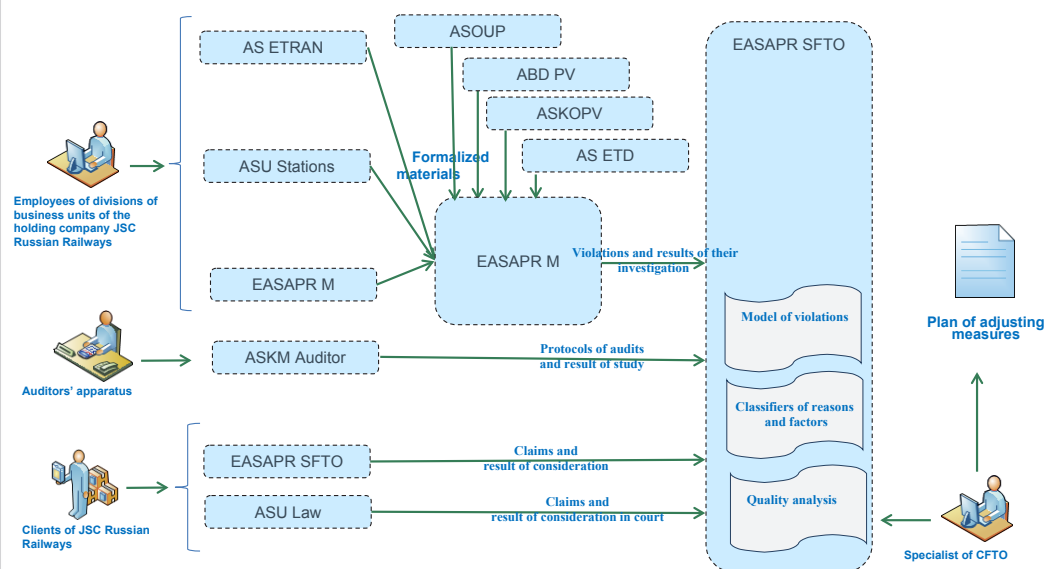
The quality management system on European and American railways is based on the use of ISO 9000 standards and includes four basic components: standard development, monitoring, audit and quality assurance [2]. Monitoring is carried out with the help of automated systems and is aimed at timely detection of defects, forming an objective view of the quality of service to their customers.

On the railways of Russia, a quality management system is also being implemented in accordance

with GOST ISO 9000–2011 «Quality management systems. Basic provisions and vocabulary» [3]. The JSC Russian Railways developed and introduced a policy and a concept of client-focused corporate politics in the field of freight transportation [4, 5], a standard of customer service in the center of corporate transport services [6], a quality standard for JSC Russian Railways [7], a management quality strategy in the holding company Russian Railways [8].

Creating an effective quality monitoring system involves the use of a set of assessment tools and research methods. Among them there is the methodology developed by the author and approved by the order of Russian Railways of November 30, 2017 No. 2597/r for the analysis of the quality of transport services for freight rail transportation [9]. The methodology provides for the analysis in a fully automated way in the ESSAP SFTO system in conjunction with adjacent corporate automated systems. The scheme of combined information flows is shown in Pic. 1.

Objective. The objective of the author is to analyze violations of transportation processes and transportation quality management.



Pic. 1. The scheme of information flows.

Methods. The author uses general scientific methods, mathematical apparatus, evaluation approach, comparative, statistical and economical analysis.

Results.

1. Conceptual meanings and definitions

The analysis of quality of transport services in freight transportation is a tool to manage the risks of freightage quality violations aimed at identifying hidden relationships between the main characteristics of freight transportation and the resulting violations that lead to subsequent payments in the event of a claim or recovery of funds by court decisions.

As a result of violations, the company not only may incur losses from claims and suits, but also lose the image of a reliable partner, which in turn can lead to an outflow of customers and loss of traffic. Complaints and lawsuits show the degree of customer satisfaction. However, not for each violation and not every client will make a claim and a suit. Therefore, the analysis should be carried out for all types of violations, and immediately at the time of their detection.

Violations can be documented in three ways – when drawing up a corresponding primary document (usually a general form or commercial act) in the EASAPR M system, when registering the results of the audits and inspections performed in the ASKM system, when a claim of a client enters the Russian Railways in the system of ESAPR SFTO. The description of the systems of EASAPR M, ASKM and EASAPR SFTO are present in the textbook «Information technologies of freight and commercial work» [11].

In all cases of appearance of recorded violations, they are automatically saved in the module of records of violations of the EASAPR SFTO system. For each of them, the amount of financial risk is calculated, the causes directly leading to the violation and the factors contributing to the occurrence of violations are established.

Based on the data accumulated by the module, statistical operational and periodic reports on the status of quality assurance throughout the entire network of JSC Russian Railways are automatically generated, and quality analysis is also carried out. The explorer analysis and confirmatory (confirming) analysis are singled out.

The key is the concept of a factor. In the methodology, two groups are considered – the factors of transportation and the factors of violations. Their impact on the onset of a violation in the course of cargo transportation is of a probabilistic nature, it does not mean the inevitability of the violations, but only its probable possibility. Depending on the strength of such impact, the results of the study can identify factors of low, moderate and high degree of influence.

Factors of transportation – conditions or circumstances of its implementation, affecting the violation. For each of them a group of potentially possible factors is established.

Factors of violations – additional circumstances, not provided for in the contract of carriage, which affected the violation. For each violation, there are potentially possible causes.

Cause of a violation – an event or a process that directly caused a deviation from the normal course of the process of providing freight services.

Statistical risk of a violation (R_{si}) – frequency of occurrence in the analysed period of the i -th type of a violation.

This kind of a risk is determined by the formula:

$$R_{si} = \frac{n_i}{k_i}, \quad (1)$$

where i – type of a violation; R_{si} – statistical risk of the i -th type of a violation; n_i – number of the i -th type of violations in the analytical period.

Financial risk of a violation (rf_k) – expected value of the possible loss of JSC Russian Railways from payment in the event of a violation and filing of a claim or legal action for damages. It is determined for each k -th violation.

Aggregate financial risk of a violation (Rf_i) – total financial risk for all violations of the i -th type for the analysed period.

Such a risk is determined by the formula:

$$Rf_i = \sum_{k=1}^{n_i} rf_{ik}, \quad (2)$$

where Rf_i – cumulative financial risk of the i -th type of violations; n_i – number of the i -th type of violations in the analysed period; rf_{ik} – financial risk of the k -th violation of the i -th kind.

Aggregate financial risk due to the violation (Rfp_{il}) – total financial risk for all violations of the i -th type for the analysed period, due to one reason l .

Such a risk is determined by the formula:

$$Rfp_{il} = \sum_{k=1}^{m_{il}} rf_{ilk}, \quad (3)$$

where Rfp_{il} – cumulative financial risk due to the reason l for all violations of the i -th kind; m_{il} – number of violations of the i -th kind in the analysed period due to the reason l ; rf_{ilk} – financial risk of the k -th violation of the i -th kind due to the reason l .

Aggregate financial risk by groups of causes of violations (Rfg_{iq}) – total risk for all violations of the i -th kind, which occurred for one group of reasons q . A group of reasons is a combination of causes of violations having the same name, but relating to different types of violations.

Such a risk is determined by the formula:

$$Rfg_{iq} = \sum_{k=1}^{m_{iq}} rf_{iqk}, \quad (4)$$

where Rfg_{iq} – cumulative financial risk for the group of causes q for all violations of the i -th kind; m_{iq} – number of violations of the i -th type in the analytical period that occurred due to the group reason q ; rf_{iqk} – financial risk of the k -th violation of the i -th type that occurred due to the group reason q .

The criterion of analysis – an integral indicator reflecting the state of ensuring the quality of freight transportation.

As part of the methodology, the aggregate financial risk of a violation of Rf_i is taken as an analysis criterion. In the same capacity, there may be a statistical risk of a violation Rs_i .

2. Exploratory analysis

Such an analysis is used to interpret statistical data on detected violations in the course of freight transportation and their consequences. It does not imply any a priori judgments about the factors of violations, its purpose reveals the influence of the causes and factors of violations, the nature of the involvement of the responsible divisions of JSC Russian Railways.

The result of the exploratory analysis is drawn up in the form of Ishikawa cause-effect diagrams,



Pareto diagrams, risk maps showing the causes and factors of violations, as well as responsible units with the greatest degree of influence.

Calculations are carried out for all types of violations in the aggregate and then for each type of violation separately.

The exploratory analysis is constructed by the criterion of aggregate financial risk of a violation Rf_i , or by the criterion of statistical risk of a violation Rs_i .

The following is a variant of the construction of the exploratory analysis by the criterion of the aggregate financial risk Rf_i .

At the first stage, the first section of the analysis is formed for all types of violations and the reasons of their occurrence.

For each type of violation, the aggregate financial risk of a violation Rf_i is calculated by the formula (2).

The aggregate financial risk for all violations is then determined as the sum of all cumulative financial risks for all types of violations that occurred in the analysed period:

$$Rf = \sum_{i=1}^n Rf_i, \quad (5)$$

where Rf – total financial risk for all violations; n – total number of violations in the analysed period; Rf_i – aggregate financial risk of the i -th type of violations.

For each reason that caused the occurrence of violations of each kind, the aggregate financial risk for reasons Rfp_{il} is calculated using the formula (3).

A grouping of causes relating to different types of violations is made, but having the same content.

Next, the aggregate financial risk for each group of reasons Rfg_{il} is determined by the formula (4).

Ishikawa cause-effect diagram is plotted, reflecting the effect of the reasons of each group on the overall quality score – the overall financial risk for all violations.

To determine a statistically significant set of group of reasons that have a cumulative effect on the overall quality score of at least 80 %, a Pareto diagram is constructed.

A risk map is formed, which is the matrix of the shares of aggregate financial risks K_{il} for each reason l in the aggregate financial risk of each i -th type of violations; K_{il} is determined by the formula:

$$K_{il} = \frac{Rfp_{il}}{Rf_i}, \quad (6)$$

where Rfp_{il} – aggregate financial risk due to the reason l for all violations of the i -th kind; Rf_i – aggregate financial risk of the i -th type of violations.

The cells of the risk matrix are colored in color, depending on the degree of the effect of the reason on the aggregate financial risk.

All received values are divided into three intervals:

- from 0 to 0,29 – low degree of influence;
- from 0,3 to 0,49 – moderate degree of influence;
- from 0,5 to 1,0 – high degree of influence.

Similarly formed are:

- the second section of the analysis for all types and factors of violations;
- the third section for all types of violations and responsible units;
- the fourth section for each type of violation separately with the formation of tables for

identified reasons, the factors of violations and responsible units, as well as the construction of Pareto diagrams.

In the fifth section, a text interpretation of the results of the exploratory factor analysis, containing the main conclusions, is worded.

Evaluation of the resulting tables and diagrams will allow the development of corrective and preventive management decisions aimed at improving the situation and quality of work. These activities should be included in the sixth section of the analysis.

3. Confirmatory analysis

A fundamental feature of confirmatory analysis is the need for preliminary determination of the hypothesis about the impact of a specific set of factors of violations or transportation factors on the result.

The hypothesis of confirmatory analysis is formed by a specialist of CFTO and is a set of conditions of two different types:

- fixed conditions – are designed to limit the volume of the sample under study and set the a priori characteristic of the technological processes being studied;
- variable conditions – are conditions, the influence of which on the general criterion of the quality of freight transportation is supposed to be established.

Conditions might be described by factors of transportation, factors of violations, causes of violations, types of violations, responsible units.

One of the possible examples of elements of analysis.

Hypothesis: the period of transportation has a significant impact on the violation of the delivery time of coal to the Far Eastern ports.

Fixed conditions: transported cargo – coal; the destination road – the Far East road; station of destination – Vanino, ..., type of violation – delay in the delivery of goods.

Variable condition: period of transportation.

The statistical risk of a variable condition Rsv_i – frequency of the onset of violations in the analytic period that satisfies the fixed hypothesis conditions for the i -th value of the variable condition.

The financial risk of a variable condition (Rfv_i) – total financial risk for all violations for an analytic period that satisfies the fixed hypothesis conditions for the i -th value of the variable condition.

Confirmatory factor analysis takes on the function of checking the validity of the proposed hypothesis.

Confirmatory analysis is constructed by the criterion of financial risk of the variable condition Rfv_i , or by the criterion of statistical risk of the variable condition Rsv_i .

The following is a variant of constructing a confirmatory factor analysis by the criterion of financial risk of the variable condition Rfv_i .

A subset of the violation model is formed that satisfies a set of fixed conditions.

In the example above, this subset includes all coal transportation in the direction of the stations servicing the port stations of the Far Eastern road that ended with a violation of the established delivery time.

Then, the total number of technological processes that meet a set of fixed conditions is determined.

In the same example, this is the total volume of coal transported in the direction of the stations servicing the port stations of the Far Eastern road, regardless of the violation of the established delivery time.

The next step is to calculate the financial risk of each violation.

As part of the example, this is the estimated penalty for late delivery of goods for each shipment with a violation of the delivery time.

After that, the financial risk of the variable condition for each value of the variable factor is specified.

In the example given, this is the sum of all financial risks for all transportations that occurred during one period (month) and ended with a violation of the established delivery time.

To determine a statistically significant set of values of the variable factor, having an aggregate effect on the financial risk at a level of not less than 80 %, a Pareto diagram is constructed; in the case of a large number of values of the variable condition, only the first 10 values with the greatest influence are taken into account.

Based on the data obtained, a risk map is formed, which is the matrix of the shares of the influence of individual causes of violations on the financial risk corresponding to each value of the variable condition; in the case of a large number of values of the variable condition, only the first 10 values with the greatest influence are recorded in the risk map.

Finally, a textual interpretation of the results of the confirmatory analysis is formed, containing the main conclusions about the existence of a dependence between the values of the variable factor (analogue in the example – the month of transportation) and the amount of expected losses from payment of late fees for delay in the delivery of goods, that is, the validity of the proposed hypothesis.

The results of the analysis can also be used to draw up a plan of preventive measures aimed at reducing the negative impact of individual causes and factors.

Conclusion. The result of applying the methodology is to determine the degree of influence of various factors and operating factors on the overall financial risks of JSC Russian Railways, related to the possible filing of claims by customers. The analysis of tabular data, Ishikawa and Pareto diagrams, and risk maps (the matrix of the influence of individual causes on the overall financial risk for each type of violations) is analyzed.

The methodology will allow developing of a plan of preventive measures aimed at reducing the overall financial risk on the basis of objective information about revealed violations, acting causes and negative factors, and, therefore, improving the quality of freight transportation, developing customer orientation and improving the image of JSC Russian Railways in the transport market.

REFERENCES

1. GOST R51005–96. Transport services. Freight transportation. Nomenclature of quality indicators [GOST R51005–96. *Uslugi transportnye. Gruzovye perevozki. Nomenklatura pokazatelei kachestva*]. [Electronic resource]: <http://docs.cntd.ru/document/1200006075>. Last accessed 18.03.2018.
2. Quality management system on foreign railways, Eurasia Vesti, 2007 [Sistema upravleniya kachestvom na zarubezhnyh zheleznnyh dorogah, Evrazia Vestu, 2007]. [Electronic resource]: <http://www.eav.ru/pub11.php?publ1d=2007–05a15>. Last accessed 18.03.2018.
3. GOST ISO 9000–2011. Quality management systems. Basic provisions and vocabulary [GOST ISO 9000–2011. *Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'*]. [Electronic resource]: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-9000–2011>. Last accessed 18.03.2018.
4. The concept of customer orientation of the holding «RZD» in the field of freight transportation. Approved by the decree of JSC Russian Railways of 07.12.2016 No. 2487r [Konceptiya klientoorientirovannosti holdinga RZD v oblasti gruzovykh perevozok. Utverzhdena rasporyazheniem OAO RZD ot 07.12.2016 g. № 2487r].
5. The policy of customer orientation of the holding RZD in the field of freight transportation. Approved by the decree of JSC Russian Railways of July 26, 2016 No. 1489r [Politika klientoorientirovannosti holdinga RZD v oblasti gruzovykh perevozok. Utverzhdena rasporyazheniem OAO RZD ot 26.07.2016 g. № 1489r].
6. Standard of customer service in the Center for Corporate Transport Services. Approved by the order of Russian Railways of 30.12.2011, No. 2873r [Standart obsluzhivaniya klientov v Centre firmennogo transportnogo obsluzhivaniya. Utverzhden rasporyazheniem OAO RZD ot 30.12.2011 g. № 2873r].
7. The quality standard of JSC Russian Railways. Put into effect by the decree of Russian Railways of 27.11.2008 No. 2530r [Standart po kachestvu OAO RZD. Vveden v deystvie rasporyazheniem OAO RZD ot 27.11.2008 g. № 2530r].
8. Quality management strategy in the holding Russian Railways. Approved by the decree of JSC Russian Railways of March 16, 2016 [Strategiya upravleniya kachestvom v holdinge «Rossijskie zheleznnye dorogi». Utverzhdena rasporyazheniem OAO RZD ot 16.03.2016 g.].
9. The methodology of factor analysis of the quality of freight transportation, taking into account the results of claim work. Approved by the decree of Russian Railways of November 30, 2017 No. 2597/r [Metodika faktornogo analiza kachestva gruzovykh perevozok s uchjotom rezul'tatov pretenzionnoj raboty. Utverzhdena rasporyazheniem OAO RZD ot 30.11.2017 g. № 2597/r].
10. Federal Law «Charter of Railway Transport of the Russian Federation», No. 18-FZ, as amended on July 18, 2017 [Federal'nyj zakon «Ustav zheleznodorozhnogo transporta Rossijskoj Federacii», № 18-FZ, redakcija ot 18.07.2017 g.].
11. Nutovich, V. E. Information technology for freight and commercial work: study guide [Informacionnye tehnologii gruzovoj i kommercheskoj raboty: Ucheb. posobie]. Moscow, MIIT publ., 2012, 67 p. ●

Information about the author:

Nutovich, Veronica E. – Ph.D. (Eng), head of the research laboratory «Freight and commercial work», deputy head of the department of logistic transport systems and technologies of Russian University of Transport, Moscow, Russia, NutovichVE@miit.ru.

Article received 18.03.2018, accepted 27.03.2018.

